

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-252103

(43)Date of publication of application : 17.09.1999

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04B 7/26

(21)Application number : 10-050570

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 03.03.1998

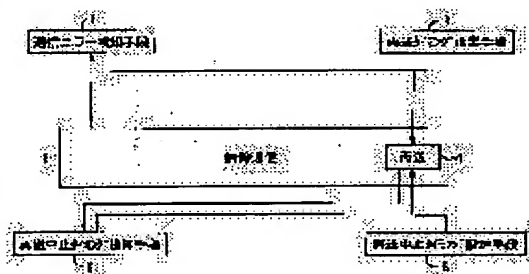
(72)Inventor : OKA MINORU

(54) RADIO COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To recover a communication error caused by fading or interruption of a radio wave or the like efficiently.

SOLUTION: A communication error detection means 1 of the radio communication system detects a packet causing a communication error and allows a re-transmission means 4 to send the packet after a prescribed time set in a re-transmission timing setting means 3. When the communication error cannot be recovered even after repeating the re-transmission 4, a re-transmission stop timing setting means 5 and a re-transmission stop timing detection means 6 cooperate with each other to stop the re-transmission. A same packet is repetitively and continuously sent in advance and when a receiver side selects a packet without a communication error among 2nd and succeeding packets, a probability of recovering the communication error before the re-transmission is enhanced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-252103

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.⁹

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/00

3 1 0 B

H 0 4 B 7/26

H 0 4 B 7/26

M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-50570

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月3日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 岡 実

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

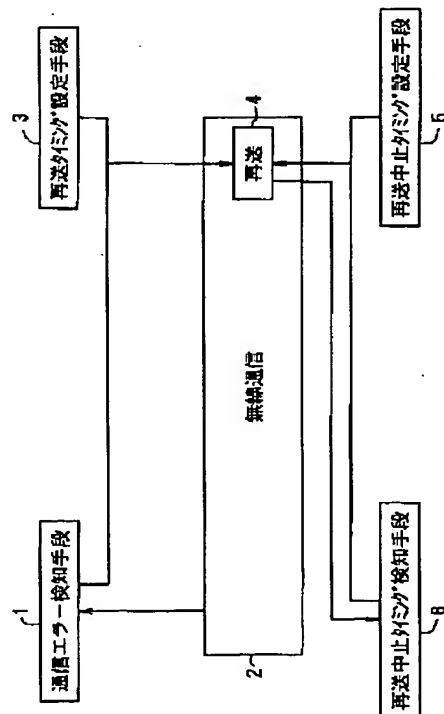
(74) 代理人 弁理士 和田 成則

(54) 【発明の名称】 無線通信装置

(57) 【要約】

【課題】 フェージング、電波の遮断等により起こる通信エラーを効率よく回復する。

【解決手段】 通信エラーとなったパケットを、通信エラー検知手段(1)で検知して、再送タイミング設定手段(3)に設定された所定時間空けた後に、再送(4)する。再送(4)を繰り返しても通信エラーが回復できないときは、再送中止タイミング設定手段(5)と再送中止タイミング検知手段(6)とが協働して、再送を中止する。予め同一パケットを繰り返し連続送信して、その中の2番目以降のパケットから通信エラーのないパケットを受信側で選択すれば、再送以前に通信エラーを回復する確率が高められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 無線送信局が無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置において、パケットの通信エラーを検知する通信エラー検知手段と、

通信エラーとなったパケットを再送するタイミングを設定する再送タイミング設定手段とを具備し、パケットの通信エラーを通信エラー検知手段が検知したとき、再送タイミング設定手段に設定された再送タイミングだけ遅らせて、通信エラーとなったパケットを無線送信局から無線受信局に再送することを特徴とする無線通信装置。

【請求項2】 上記再送タイミングが、同一パケットの繰り返し再送回数に応じて変化するように設定されたことを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項3】 再送中止タイミング設定手段と、再送中止タイミング検知手段とが更に具備され、同一パケットの繰り返し再送回数が上記再送中止タイミング設定手段の設定値になったことを再送中止タイミング検知手段が検知したとき、上記同一パケットの送信を中止することを特徴とする請求項1記載の無線通信装置。

【請求項4】 無線送信局が無線受信局に対して所定の周期の通信サイクルによりパケット無線通信を行なう無線通信装置において、

通信エラーが発生したパケットを検知する通信エラー検知手段と、

上記通信エラー検知手段により検知されたパケットの再送サイクル数を設定する再送サイクル設定手段とを具備し、

通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送サイクル設定手段に設定された再送サイクル数だけ後の通信サイクルにおいて、通信エラーが発生したパケットを再送するようにしたことを特徴とする無線通信装置。

【請求項5】 受信利得を自動的に制御する自動利得制御回路を備えた無線受信局に対して、無線送信局がパケット無線通信を行なう無線通信装置において、無線送信局が無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信し、

無線受信局が連続送信された上記同一パケットの2番目以降のパケットから、通信エラーのない受信パケットを選択するようになっていることを特徴とする無線通信装置。

【請求項6】 無線送信局が無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置において、無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信する同一パケット連続送信手段と、

上記の繰り返し連続送信に対する無線受信局からの受信通知の状況により通信エラーを検知する通信エラー検知

手段と、

上記通信エラー検知手段により検知された通信エラーとなったパケットの再送タイミングを設定する再送タイミング設定手段とを具備し、

通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送タイミング設定手段の設定値に基づいて通信エラーとなったパケットを、同一パケット連続送信手段が繰り返し連続再送信することを特徴とする無線通信装置。

【請求項7】 無線送信局が、受信利得を自動的に制御する自動利得制御回路を備えた無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置において、

(1) 通信エラーが発生したパケットを検知する通信エラー検知手段と、

上記通信エラー検知手段により検知されたパケットの再送サイクル数を設定する再送サイクル設定手段とを具備して、

通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送サイクル設定手段に設定された再送サイクル数だけ後の通信サイクルにおいて、通信エラーが発生したパケットを再送するようにした通信エラー発生パケット再送通信サイクル機能部と、

(2) 無線送信局が無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信し、連続送信された上記同一パケットの2番目以降のパケットから、無線受信局が通信エラーのない受信パケットを選択するようにした同一パケット繰り返し連続送信機能部とを具備したことを特徴とする無線通信装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、無線送信局が無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、製造現場においては、情報化への要求に伴い、プログラマブルコントローラ、CNC、ロボットコントローラ等のネットワーク化が進んでいる。このようなFA用ネットワークは、生産効率向上のための高速化、性能向上の要求とともに、より高いデータ伝送信頼性が要求されることになる。

【0003】ところで、有線通信の場合は、製造現場のラインの増設や変更、レイアウト変更等に対して、通信ケーブルを設置しなおしたり、移動する作業員や移動体とのデータ伝送等に対しては、通信ケーブルを接続しなおしたりする必要があり、そのためのコスト、手間が無視できないので、レイアウト変更等の場合や作業中移動する移動通信局に対して、容易に、かつ、よりローコストで対応しやすい無線通信が注目され、このような分野にも無線通信の導入、普及が望まれるようになってきている。

【0004】しかし、電波によるパケット無線通信においては、有線通信に比べて通信環境が格段に悪く、ノイズの混入、電波の反射等によるフェージング、障害物の通過による電波の遮断、電波強度の低下等により、そのデータにエラーが発生したり、通信路途中でパケットが消滅したりして、通信エラーとなることが、日常的に発生する。

【0005】そこで、パケット無線通信においては、一般に、無線受信局から無線送信局へ、受信通知を送り返し、この受信通知が所定時間内に無線送信局に到達しなかったり、エラー受信の通知である場合は、直ちに通信エラーとなったパケットを再送する、いわゆる、ARQ (Auto Repeat reQuest) 方式により、ノイズの混入等による電波強度の高速な変化に起因する通信エラーの回復を図っている。

【0006】しかし、図8に示すような無線通信装置においては、プログラマブルコントローラのリモートI/Oマスタに、リモートI/Oネットワークを介して無線送信局(マスタ)Mが接続され、この無線送信局Mから発信される通信電波は、工場内に伝搬して、直接、あるいは、工場内で不規則に反射したり、障害物に遮られたりしながら、無線受信局(スレーブ)S1、S2……に到達する。そして、到達までの反射の状況等によってはフェージングが起こる。また、図9(a)に示すように、作業員Hが電波を遮ったり、図9(b)に示すように、無線受信局(スレーブ)Sが移動して、移動中の移動体Bに電波が遮られたりすることがある。このような場合、フェージングの周期や、移動する作業員Hや移動体Bによる通信電波の遮断時間は、通常のパケット通信の繰り返し周期よりもはるかに長く、数ミリ秒～数十ミリ秒、あるいは、更に長時間となることもあって、上述の通信エラーの回復策では、通信障害が継続している間に何回も再送を繰り返すことになり、直ちに通信エラー回復ができないばかりか、通信障害継続中のこの無益なパケットの再送の繰り返しが、他の無線受信局に対する通信を遅らせてしまうことにもなる。

【0007】通信エラーの回復策としては、上述のARQ方式の他に、誤り訂正符号を用いる誤り訂正方式も知られているが、この方式は、ARQ方式同様、長い時間の通信障害には適さないし、符号化による極めて冗長なデータを使用するため、伝送効率が悪くなり、また、符号化、複合化の処理が複雑となって、コストアップとなる。

【0008】また、受信電波の強弱を補償するために、無線受信局に受信信号のレベルを自動的に補償する自動利得制御回路(以下、AGCという)を備えることが多いのであるが、無線受信局が受信する通信電波の強度は、障害物や電波の反射によるフェージング等により激しく変動することがあり、このような場合、AGCの応答が遅れ、受信したパケットの先頭部分の受信レベルが

スレッシュホールド以下となってパケットの解読ができない状況が起こることがある。

【0009】このAGCの応答遅れに起因する通信エラーに対して、従来のARQ方式では、電波強度が強くなったときに再送すれば回復できるが、電波強度の強弱の周期が比較的長いことが多く、やはり電波の弱い間のむだな再送が多くなる。一方、誤り訂正方式では、パケットの先頭部分が読み取れない状態なので、全く役に立たない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の通信エラーの回復策では、ノイズの混入等による電波強度の高速な変化に起因する通信エラーの回復はできたくとも、より周期の長い通信障害に対しては、効果が出にくく、無益でむだな再送が多くなった。

【0011】この発明は、上述の課題を解決し、電波強度の高速な変化に起因する通信エラーのみでなく、より周期の長い通信障害に対しても有効に、効率よく通信エラーを回復できる無線通信装置を提供するものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、請求項1の発明は、無線送信局が無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置において、パケットの通信エラーを検知する通信エラー検知手段と、通信エラーとなったパケットを再送するタイミングを設定する再送タイミング設定手段とを具備し、パケットの通信エラーを通信エラー検知手段が検知したとき、再送タイミング設定手段に設定された再送タイミングだけ遅らせて、通信エラーとなったパケットを無線送信局から無線受信局に再送することを特徴とする。

【0013】請求項2の発明は、請求項1記載の発明において、上記再送タイミングが、同一パケットの繰り返し再送回数に応じて変化するように設定されたことを特徴とする。

【0014】請求項3の発明は、請求項1記載の発明において、再送中止タイミング設定手段と、再送中止タイミング検知手段とが更に具備され、同一パケットの繰り返し再送回数が上記再送中止タイミング設定手段の所定値になったことを再送中止タイミング検知手段が検知したとき、上記同一パケットの送信を中止することを特徴とする。

【0015】請求項4の発明は、無線送信局が無線受信局に対して所定の周期の通信サイクルによりパケット無線通信を行なう無線通信装置において、通信エラーが発生したパケットを検知する通信エラー検知手段と、上記通信エラー検知手段により検知されたパケットの再送サイクル数を設定する再送サイクル設定手段とを具備し、通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送サイクル設定手段に設定された再送サイクル数だけ後の通信サイクルにおいて、通信エラーが

発生したパケットを再送するようにしたことを特徴とする。

【0016】請求項5の発明は、受信利得を自動的に制御する自動利得制御回路を備えた無線受信局に対して、無線送信局がパケット無線通信を行なう無線通信装置において、無線送信局が無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信し、無線受信局が連続送信された上記同一パケットの2番目以降のパケットから、通信エラーのない受信パケットを選択するようになっていたことを特徴とする。

【0017】請求項6の発明は、無線送信局が無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置において、無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信する同一パケット連続送信手段と、上記の繰り返し連続送信に対する無線受信局からの受信通知の状況により通信エラーを検知する通信エラー検知手段と、上記通信エラー検知手段により検知された通信エラーとなったパケットの再送タイミングを設定する再送タイミング設定手段とを具備し、通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送タイミング設定手段の設定値に基づいて通信エラーとなったパケットを、同一パケット連続送信手段が繰り返し連続再送信することを特徴とする。

【0018】請求項7の発明は、無線送信局が、受信利得を自動的に制御する自動利得制御回路を備えた無線受信局に対してパケット無線通信を行なう無線通信装置において、(1) 通信エラーが発生したパケットを検知する通信エラー検知手段と、上記通信エラー検知手段により検知されたパケットの再送サイクル数を設定する再送サイクル設定手段とを具備して、通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送サイクル設定手段に設定された再送サイクル数だけ後の通信サイクルにおいて、通信エラーが発生したパケットを再送するようにした通信エラー発生パケット再送通信サイクル機能部と、(2) 無線送信局が無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信し、連続送信された上記同一パケットの2番目以降のパケットから、無線受信局が通信エラーのない受信パケットを選択するようにした同一パケット繰り返し連続送信機能部とを具備したことを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を、以下、図面を参照して説明する。

【0020】図1は、この発明の一実施の形態を示すブロック図である。

【0021】図1において、通信エラー検知手段1は、無線通信2のパケット通信結果にエラーが発生した場合、これを検知して、再送タイミング設定手段3に予め設定してある所定の再送タイミングだけ遅らせて、通信エラーとなったパケットを再送4する。なお、再送4に

より送信したパケットが再び通信エラーとなったときは、上記の再送のサイクルを繰り返す。

【0022】上記の再送タイミングは、初めから一定値に設定した固定値でも、再送のサイクルの繰り返しの応じて変化して、例えば、次第に再送の間隔を長くしてもよい。後者の設定にすると、通信障害の時間が予想以上に長く、数十ミリ秒とか、それ以上に長い場合や、通信障害の周期と再送の間隔が同期してしまった場合に、通信障害を避けてむだな再送を防ぐことができる。また、通信環境に応じて、再送タイミングを設定替えできるようにしてもよい。

【0023】このように、適度の時間間隔を空けて再送することにより、フェージング、電波の遮断等により起こる周期の長い通信障害に起因する通信エラーを回復することができる。

【0024】5は、再送中止タイミング設定手段、6は、再送中止タイミング検知手段である。再送中止タイミング設定手段5では、予め再送4を何回繰り返した場合、あるいは、何秒間にわたって再送4を繰り返した場合に、再送4の繰り返しを止めるかを定めておく。再送中止タイミング検知手段6は、再送4の状況を監視して、再送4の回数等が再送中止タイミング設定手段5の設定値となったとき、これを検知して再送4の繰り返しを止める。これにより、無線受信局Sが通信可能領域内にいないときや、電源を切っているときの、むだな再送の繰り返しを回避できる。

【0025】この無線通信装置の構成は、以下の実施の形態では、所定の周期で、無線送信局が複数の無線受信局を巡回してパケット無線通信を行なう通信サイクルを持つポーリング・セレクトイング方式の無線通信ネットワークに適用した場合と、無線送信局がひとつの無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信するポーリング・セレクトイング方式の無線通信ネットワークに適用した場合とを、より具体的に説明する。

【0026】最初に、通信サイクルを持つポーリング・セレクトイング方式の無線通信ネットワークに適用した実施の形態を、図2乃至図4を参照して説明する。

【0027】図2は、この発明による無線通信装置のデータ再送を、通信サイクルを持つポーリング・セレクトイング方式の無線通信ネットワークに用いた状態を説明する説明図である。

【0028】図2に示すように、通常、通信サイクルにおいては、各通信サイクル1、2、3、……において、マスタ（無線送信局）Mがスレーブ（無線受信局）S1、S2、……に順にパケット通信を行う。マスタMは、各スレーブS_x（ $x=1, 2, 3, \dots$ ）に対してコマンドをパケット送信するとき、送信監視タイマT_Mを起動する。スレーブS_xでは、このパケットを受信して、パケット内のコマンドを解読すると直ちにその旨のレスポンス（受信通知）をマスタMに送り返す。このレ

スポンズ（受信通知）は、上記の送信監視タイマTMに設定してあるタイムアップ時間内にマスタMに到達して、これによりコマンド（パケット）の正常通信完了が確認される。

【0029】もし、図2における通信サイクル2のように、スレーブS2に対するコマンドを載せたパケットが通信途中で遮断され、スレーブS2に到達しない場合は、レスポンス（受信通知）がないまま、送信監視タイマTMがタイムアップして通信エラーが検知される。再送タイミング設定手段2（この場合は再送サイクル設定手段）には、再送サイクルとして「1」が設定されており、マスタMは、すぐ次の通信サイクル3で、スレーブS2に対して通信サイクル2で送信したパケットを再び再送する。

【0030】図2では、この再送されたコマンドは今度はスレーブS2に到達して、スレーブ2がレスポンスを返しているが、もし、通信サイクル3でもスレーブ2からレスポンスが戻らなかったり（発信したレスポンス（受信通知）がマスタMに到達しない場合も含む）、到達したレスポンス（受信通知）が正常受信の受信通知でないときは、更に後の通信サイクルで再送を繰り返すことになる。

【0031】図2の通信サイクルにおけるデータ再送の処理を、図3および図4を参照してより詳細に説明する。

【0032】図3は、図2における通信のマスタ（無線送信局）M側のフローを示すフローチャートである。

【0033】図3のステップ301では、ひとつのスレーブSxに対する通信処理を行い、次のステップ302では、全スレーブS1、S2、……への通信処理が終わり、全てのスレーブをリフレッシュしたかをチェックする。リフレッシュを終了していなければ（no）、ステップ303に移って、ポインタをひとつ移動し、ステップ301に戻り、次のスレーブに通信処理を行う。ステップ302で、全てのスレーブのリフレッシュを終了していれば（yes）、一つの通信サイクルが完了する。

【0034】上記ステップ301の詳細を示したのが、図4のフローチャートであって、図4のステップ401では、スレーブSxに対する再送中止カウンタRSTPxが予め設定された「再送中止とする再送回数RSTP」と一致しているか否かを調べる。既に再送を繰り返してRSTPxがRSTP（例えば、5回）と一致していれば（yes）、この通信サイクルでの通信処理を行わず、図4のフローを終了する。通常は、一致していない（no）から、ステップ402に進む。

【0035】ステップ402では、スレーブSxに対する再送待ちサイクルカウンタRWCxが「1」か否かを調べる。「RWCx=1」（yes）は、この通信サイクルが前に通信エラーとなったパケットの再送のタイミングであることを示すので、ステップ403に移り、再

送待ちサイクルカウンタRWCxを0にリセットするとともに、再送中止カウンタRSTPxに1を加算する。なお、RSTPxの初期値は「0」である。次いで、ステップ404で、前の通信サイクルで通信エラーとなったスレーブSx宛てパケットと同じ内容の再送パケットを組み立てる。

【0036】ステップ402で、「RWCx≠1」（no）であれば、ステップ405に移り、更に、再送待ちサイクルカウンタRWCxが「0」か否かを調べる。このRWCxは、後に説明するように、通信エラーがないときは、「0」、通信エラーが検知されたときは、再送するまでの通信サイクル回数RWC（図2の場合、「1」）の値にセットされている。「RWCx=0」

（yes）は、通信エラーがないことを示すから、ステップ406に進み、次の送信パケットを組み立てる。ステップ405で、「RWCx≠0」（no）であれば、ステップ407に移り、再送待ちサイクルカウンタRWCxを「1」減じて、この通信サイクルでのスレーブSxへの通信を休んで、図4のフローを終了する。

【0037】ステップ404またはステップ406においてパケットの組み立てを終了すると、ステップ408へ進んで、パケットを送信する。続いて、ステップ409で、送信監視タイマTMを起動する。この送信監視タイマTMは、パケット送信の受信通知がスレーブSxから送られてくる待ち時間を設定しており、通信に異常がなければ、この時間内に受信通知が得られるものである。

【0038】送信監視タイマTM起動後、次のステップ410で、スレーブSxからパケット受信通知を受信する。パケット受信通知を受け、あるいは、パケット受信通知を受けることなく送信監視タイマTMがタイムアップすると、ステップ411に進み、通信エラーの有無を調べる。すなわち、スレーブSxから正常受信の受信通知が送られてきたときは（no）、通信処理が無事終了したのであるから、ステップ412で、再送中止カウンタRSTPを「0」にリセットして、図4のフローを終了する。ステップ403経由の再送ルートの場合、RSTP>0となっているからである。ステップ411で、「通信エラーあり」、すなわち、送信監視タイマTMがタイムアップしてからステップ411に至ったか、スレーブSxから異常受信の受信通知が送られてきたときは（yes）、ステップ413に移り、再送待ちサイクルカウンタRWCxを「再送するまでの通信サイクル数RWC」にセットして、図4のフローを終了する。

【0039】以上の図2乃至図4に示した通信サイクルにおけるデータ再送の処理においては、通信エラー検知手段1として、送信監視タイマTM、ステップ411の処理手段が使用され、再送タイミング設定手段（再送サイクル設定手段）3として、再送待ちサイクルカウンタRWCx、再送するまでの通信サイクル数RWC設定手

段が使用されている。

【0040】通信サイクル数RWC設定手段は、固定の値を設定したものであっても、通信環境に応じて設定値を可変としたものであってもよい。再送繰り返し回数が増える場合は、通信環境が予想よりも悪いことが考えられるから、このような場合に通信サイクル数RWC設定手段の設定値が、再送繰り返し回数に応じて次第に大きくなるようにしておくと、通信エラー発生環境下でのむだな再送の頻度を減らすことができる。

【0041】また、図2乃至図4に示した通信サイクルにおけるデータ再送の処理においては、再送中止タイミング設定手段5として、再送中止とする再送回数RSTP設定手段が使用され、再送中止タイミング検知手段として、再送中止カウンタRSTPxが使用されている。再送回数RSTP設定手段も、固定の値を設定したものであっても、使用条件に応じて設定値を可変としたものであってもよい。

【0042】通信サイクルにおける通信エラー発生と、この通信エラーに対する後の通信サイクルにおける再送の時間間隔は、フェージング、電波の干渉、ノイズ、遮断等による数msec〜数十msecの正常通信不能時間を越えることが多く、従って、通信エラーとなったパケットの回復をするのに、むだな再送が少なく済むのである。

【0043】次に、この発明を、無線送信局がひとつの無線受信局に対して同一パケットを繰り返し連続送信する無線通信ネットワークに適用した場合を、図5乃至図7を参照して説明する。

【0044】図5は、この発明によるデータ再送を、繰り返し連続送信に用いた状態を説明する説明図である。

【0045】図5に示すように、通常、繰り返し連続送信においては、無線送信局Mがひとつの無線受信局Sx (x=1、2、...) に対して同一パケットを* (c) 1/4、* (c) 2/4、* (c) 3/4、* (c) 4/4のように繰り返し送信し、図5の例では4回、連続送信する。マスタMは、ひとつの無線受信局Sxに対する連続送信を終えると、連続送信監視タイマRTMを起動する。スレーブSxでは、この連続して送信された複数の同一パケットを連続受信して、パケット内のコマンドを解読すると直ちにその旨の受信通知(ACK)を連続通信回数だけマスタMに送り返す。この複数の受信通知(ACK)は、上記の連続送信監視タイマRTMに設定してあるタイムアップ時間内にマスタMに到達して、これによりパケットの正常通信完了が確認される。

【0046】もし、図5におけるように、スレーブS2に対する1番目のパケット(* (c) 1/4) が通信途中で遮断され、スレーブS2に到達しない場合も、他の3個のパケット(* (c) 2/4、* (c) 3/4、* (c) 4/4) がスレーブS2に到達していれば、受信したこれらの3個のパケットからコマンド等のデータ内

容を決定できる。また、図5のように、スレーブS2からの受信通知(ACK)も通信状態が悪くて3番目の受信通知(ACK)がマスタMに到達しなくても、残りの3個の受信通知(ACK)から、パケットの送信内容がスレーブS2に到着して正常に処理されたことが、マスタMに判断できる。

【0047】このように、連続送信を行えば、比較的短時間の通信障害による通信エラーは、ひとつの連続送信の中で回復できることが多く、再送の必要度はかなり低くなる。特に、スレーブSにAGCを設けて受信電波の利得自動調整を図っている場合は、急激な受信電波の劣化にAGCが応答おくれを起こして通信エラーとなりがちであるが、連続送信を行えば、二つ目以降のパケットを受信するときは、既にAGCの補償が充分できるようになっていて、正常受信が可能になることが多くなる。

【0048】通信障害の時間が長く続いた場合は、連続送信のパケット* (c) 1/4、* (c) 2/4、... が全てスレーブSxに到達しないとか、あるいは、スレーブSxからマスタMへの受信通知ACKの連続通信が全て到着しないとかの場合は、連続送信監視タイマRTMがタイムアップして通信エラーが検知される。そして、再送タイミング設定手段2に設定された設定値(再送するまでの「連続送信」の回数、経過時間等)に応じて、後の連続送信の機会に再送連続送信を行なう。

【0049】再送連続送信を繰り返しても、なお通信エラー回復ができない場合は、再送中止タイミング設定手段5の設定値に従って再送を中止する。

【0050】図5の連続送信におけるデータ再送の処理を、図6および図7を参照してより詳細に説明する。

【0051】図6は、図5における連続通信のマスタ(無線送信局)M側の処理フローを示すフローチャートである。

【0052】図6のステップ601では、スレーブSxに対する再送中止カウンタRSTPxが予め設定された「再送中止とする再送回数RSTP」と一致しているか否かを調べる。既に再送を繰り返してRSTP(例えば、5回)と一致していれば(yes)、この回の連続送信では通信処理を行わず、図6のフローを終了する。通常は、一致していない(no)から、ステップ602に進む。

【0053】ステップ602では、スレーブSxに対する再送待ちタイマRWTxが、再送タイミング設定手段に予め設定された再送待ち時間RWT(例えば、50msec)を越えたか否かを調べる。「RWTx>RWT」(yes)は、この回の連続送信が前に通信エラーとなったパケットの連続再送のタイミングであることを示すので、ステップ603に移り、再送待ちタイマRWTxを0にリセットするとともに、再送中止カウンタRSTPxに1を加算する。なお、RSTPxの初期値は

「0」である。次いで、ステップ604で、同一パケット連続送信手段を用いて、前の連続送信で通信エラーとなったスレーブSx宛てパケットと同じ内容の再送パケットを組み立て、これを連続して再送する。この際、パケットには、一連番号／総連続送信回数を、1／4、2／4、3／4、4／4のように順に組み込んでいく。

【0054】ステップ602で、「 $RWTx \leq RWT$ 」(no)であれば、ステップ605に移り、更に、再送待ちタイマ $RWTx$ が「0」か否かを調べる。この $RWTx$ は、通信エラーがないときは、「0」、通信エラーが検知されたときは、後に説明するように、「0」から時間経過とともにカウントアップされる。「 $RWTx = 0$ 」(yes)は、通信エラーがないことを示すから、ステップ606に進み、同一パケット連続送信手段を用いて、次の送信パケットを組み立てて、連続送信する。ここでも、パケットには、一連番号と総連続送信回数とを、1／4、2／4、3／4、4／4のように順に組み込んでいく。ステップ605で、「 $RWTx \neq 0$ 」(no)であれば、再送連続送信待ちなのであるから、図6のフローを終了する。

【0055】ステップ604またはステップ606での連続送信を終えると、続いて、ステップ607で、連続送信監視タイマ RTM を起動する。この連続送信監視タイマ RTM は、パケット連続送信の受信通知がスレーブSxから送られてくる待ち時間を設定してあり、通信に異常がなければ、この時間内に受信通知が得られるものである。

【0056】連続送信監視タイマ RTM 起動後、次のステップ608で、スレーブSxからパケット受信通知を受信する。パケット受信通知を受け、あるいは、パケット受信通知を受けることなく連続送信監視タイマ RTM がタイムアップすると、ステップ409に進み、通信エラー検知手段により、通信エラーの有無を調べる。すなわち、スレーブSxから正常受信の受信通知が送られてきたときは(no)、通信処理が無事終了したのであるから、ステップ610で、再送中止カウンタ $RSTP$ を「0」にリセットして、図6のフローを終了する。ステップ603経由の再送ルートの場合、 $RSTP > 0$ となっているからである。ステップ609で、「通信エラーあり」、すなわち、連続送信監視タイマ RTM がタイムアップしてからステップ609に至ったか、スレーブSxから異常受信の受信通知が送られてきたときは(yes)、ステップ611に移り、再送待ちタイマ $RWTx$ を起動(ステップ604経由の再送の場合は、再送待ちタイマ $RWTx$ をリセットしてから再起動)して、図6のフローを終了する。

【0057】図7は、図5における連続通信のスレーブ(無線受信局)Sx側の処理フローを示すフローチャートである。

【0058】図7のステップ701では、第1回目のパ

ケットを受信する。次いで、ステップ702に移る。ステップ702では、受信したパケットに、前述の組み込まれた総連続送信回数(図5の例では、「4」)を取り込み、これによって、連続送信されてくる回数を予知するとともに、この総連続送信回数に応じたタイムアップ値に受信監視タイマをセットして、これを起動する。

【0059】ステップ702を終えると、次に、ステップ703に進み、2番目以降のパケットを順次受信する。総連続送信回数のパケットを受信し、あるいは、受信監視タイマがタイムアップすると、ステップ704に進む。なお、受信監視タイマのタイムアップ前に総連続送信回数のパケットを受信し終わったときは、受信監視タイマをリセットする。

【0060】ステップ704では、正常に受信できたパケットがあるか否かを調べる。正常に受信できたパケットがひとつでもあれば(yes)、ステップ705の受信データの決定プロセスへ進む。ひとつのパケットも正常受信できなかったときは、ステップ707に移る。

【0061】ステップ705の受信データの決定プロセスは、次のようになっている。

【0062】(1) 正常受信したパケットのデータが全て一致する場合(ひとつのパケットだけ正常受信した場合を含む)：そのデータを受信データと決定する。

【0063】(2) 正常受信したパケットのデータがパケットにより異なり、複数種類になった場合：多数決で受信データを決定する。最多数が2種以上ある場合は、例えば、その中で一連番号が小さいパケットのデータを受信データと決定する。

【0064】ステップ705の次のステップ706では、決定した受信データを基に、正常受信結果(受信データの先頭、受信データがコマンドの場合その実行結果等)をデータとして受信通知パケットを組み立てる。

【0065】一方、正常受信できなかったときのステップ707では、通信エラーを伝える受信通知パケットを組み立てる。

【0066】ステップ706またはステップ707を終えた後、マスタMからのポーリング信号を受けると、ステップ708に進み、マスタMに向けて、受信通知の連続送信を行ない、図7のフローを終了する。この連続送信の送信回数は、マスタMからスレーブSxへの送信の際の通信環境と同じ環境を想定して、先に取り込んだマスタMからの総連続回数(図5の場合、「4」)に合わせる。この受信通知の連続送信は、図6のステップ608において、マスタMにより受信処理される。

【0067】以上の図5乃至図7に示した連続送信におけるデータ再送の処理においては、通信エラー検知手段1として、連続送信監視タイマ RTM 、ステップ609の処理手段が使用され、再送タイミング設定手段3として、再送待ちタイマ $RWTx$ 、再送するまでの最低待ち時間 RWT 設定手段が使用されている。

【0068】最低待ち時間RWT設定手段は、固定の値を設定したものであっても、通信環境に応じて設定値を可変としたものであってもよい。再送繰り返しが度重なる場合は、通信環境が予想よりも悪いことが考えられるから、このような場合に最低待ち時間RWT設定手段の設定値が、再送繰り返し回数に応じて次第に大きくなるようにしておく、通信エラー発生環境下でのむだな再送の頻度を減らすことができる。

【0069】また、図5乃至図7に示した連続送信におけるデータ再送の処理においては、再送中止タイミング設定手段5として、再送中止とする再送回数RSTP設定手段が使用され、再送中止タイミング検知手段として、再送中止カウンタRSTPxが使用されている。再送回数RSTP設定手段も、固定の値を設定したものであっても、使用条件に応じて設定値を可変としたものであってもよい。

【0070】この連続送信方式における再送の場合も、図2乃至図4に示した通信サイクルにおける再送の場合と同様、むだな再送が少なくて済む。また、再送連続送信を必要とする以前に、連続送信の中で通信エラーを回復できてしまうことも多く、フェージング、電波の干渉、ノイズ、遮断等による数msec～数十msecの通信障害を克服でき、しかも、その際、受信側スレーブのAGCの特性を活用して電波強度の弱い受信電波から正しいデータを取り出すことができる。

【0071】この発明の第3の実施の形態は、上述の図2乃至図4の通信サイクル処理の中で再送する通信エラー発生パケット再送通信サイクル機能部と、図5乃至図7の連続送信処理の中で再送する同一パケット繰り返し連続送信機能部とを有する無線通信装置である。この2つの機能部は、通信環境、通信内容に応じて適宜選択して使用でき、プログラマブルコントローラ、CNC、ロボットコントローラ等のFA用ネットワークに適用して極めて実用価値が高いものである。

【0072】

【発明の効果】以上の説明から理解されるように、請求項1の発明によれば、パケットの通信エラーを通信エラー検知手段が検知したとき、再送タイミング設定手段に設定された再送タイミングだけ遅らせて、通信エラーとなったパケットを無線送信局から無線受信局に再送するようにしたから、フェージング、電波の干渉、ノイズ、遮断等により、数msec～数十msecに及んで持続する通信不能時間帯に発生した通信エラーを効率よく回復することができ、無線通信の信頼性を向上することができる。更に、通信エラーが確実に発生する上記通信不能時間帯でのパケット再送を回避できる。

【0073】更に、請求項2の発明によれば、上記再送タイミングが、同一パケットの繰り返し再送回数に応じて変化するようにしたから、むだな再送の繰り返しによる他の通信への悪影響を一層軽減でき、無線通信装置の

総合効率を上げることができる。

【0074】また、請求項3の発明によれば、同一パケットの繰り返し再送回数が所定の値になったとき、上記同一パケットの送信を中止するようにしたから、むだな再送の繰り返しによる他の通信への悪影響を一層軽減でき、無線通信装置の総合効率を上げることができる。

【0075】請求項4の発明によれば、所定の周期の通信サイクルによりパケット無線通信を行なう場合に、再送タイミングとして再送サイクル数を設定し、その再送サイクル数だけ後の通信サイクルにおいて、通信エラーが発生したパケットを再送するようにしたから、無線通信ネットワーク上の他の通信は、再送に全く影響されずに、通信を続けることができる。

【0076】また、請求項5の発明によれば、受信利得を自動的に制御する自動利得制御装置を備えた無線受信局に対して、無線送信局が同一パケットを繰り返し連続送信し、その連続送信された同一パケットの2番目以降のパケットから、受信側の無線受信局が通信エラーのない受信パケットを選択するようにしたから、フェージング等による極端な電波強度の低下に起因する、無線受信局側の自動利得制御回路AGCの応答遅れにより起こる通信エラーを効率よく回復することができ、無線通信の信頼性を向上することができる。

【0077】また、請求項6の発明によれば、繰り返し連続送信の場合において、通信エラー検知手段が通信エラーとなったパケットを検知したとき、再送タイミング設定手段の設定値に基づいて通信エラーとなったパケットを、同一パケット連続送信手段が繰り返し連続再送信するようにしたから、フェージング、電波の干渉、ノイズ、遮断等による通信エラーも回復することができ、その際、上記通信不能時間帯でのパケット再送を回避でき、そのむだな連続再送時間が及ぼす無線通信ネットワーク上の他の通信への悪影響を無くすることができる。

【0078】更に、請求項7の発明によれば、通信サイクル中に通信エラーが発生したパケットを、所定の再送サイクル数だけ後の通信サイクルにおいて再送する通信エラー発生パケット再送通信サイクル機能部と、連続送信された同一パケットの2番目以降のパケットから、無線受信局が通信エラーのない受信パケットを選択する同一パケット繰り返し連続送信機能部とを共に備えたから、通信環境に応じて、通信エラー発生パケット再送通信サイクル機能部と同一パケット繰り返し連続送信機能部とを適宜切り換え、選択することができ、実用上の価値が多大である。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態を示すブロック図。

【図2】この発明によるデータ再送を、通信サイクルに用いた状態を説明する説明図。

【図3】図2における無線送信局側のフローの概要を示すフローチャート。

【図4】図3における通信処理のフローを示すフローチャート。

【図5】この発明によるデータ再送を、繰り返し連続送信に用いた状態を説明する説明図。

【図6】図5における通信の無線送信局側のフローを示すフローチャート。

【図7】図5における通信の無線受信局側のフローを示すフローチャート。

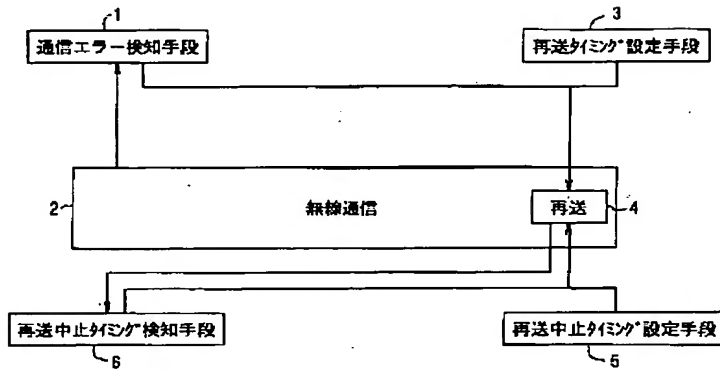
【図8】プログラマブルコントローラ・システムにおける無線通信ネットワークの概要を示す説明図。

【図9】(a) および (b) は、通信障害発生状況例を示す説明図。

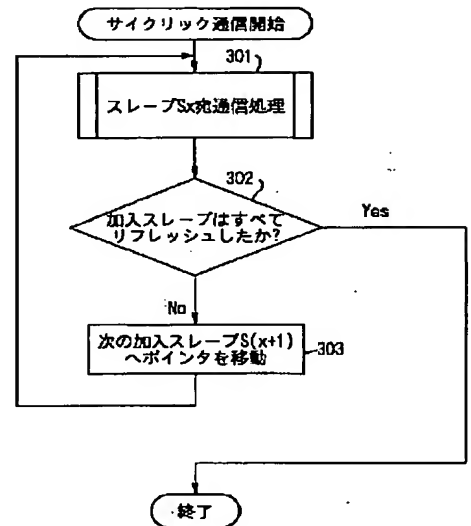
【符号の説明】

- 1 通信エラー検知手段
- 3 再送タイミング設定手段
- 5 再送中止タイミング設定手段
- 6 再送中止タイミング検知手段
- M 無線送信局（マスタ）
- S1、S2、・・・ 無線受信局（スレーブ）
- RSTP 再送中止とする再送回数
- RSTPx 再送中止カウンタ
- RWCx 再送待ちサイクルカウンタ
- RWC 再送するまでの通信サイクル数

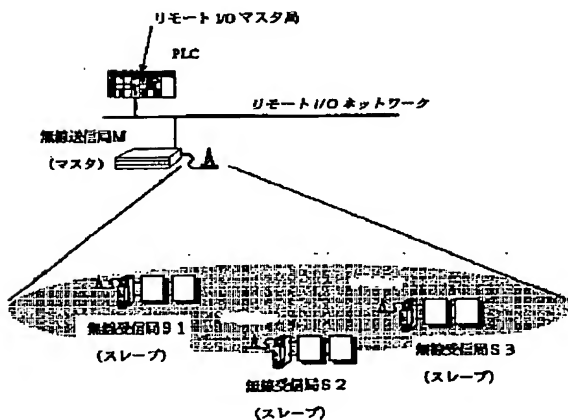
【図1】



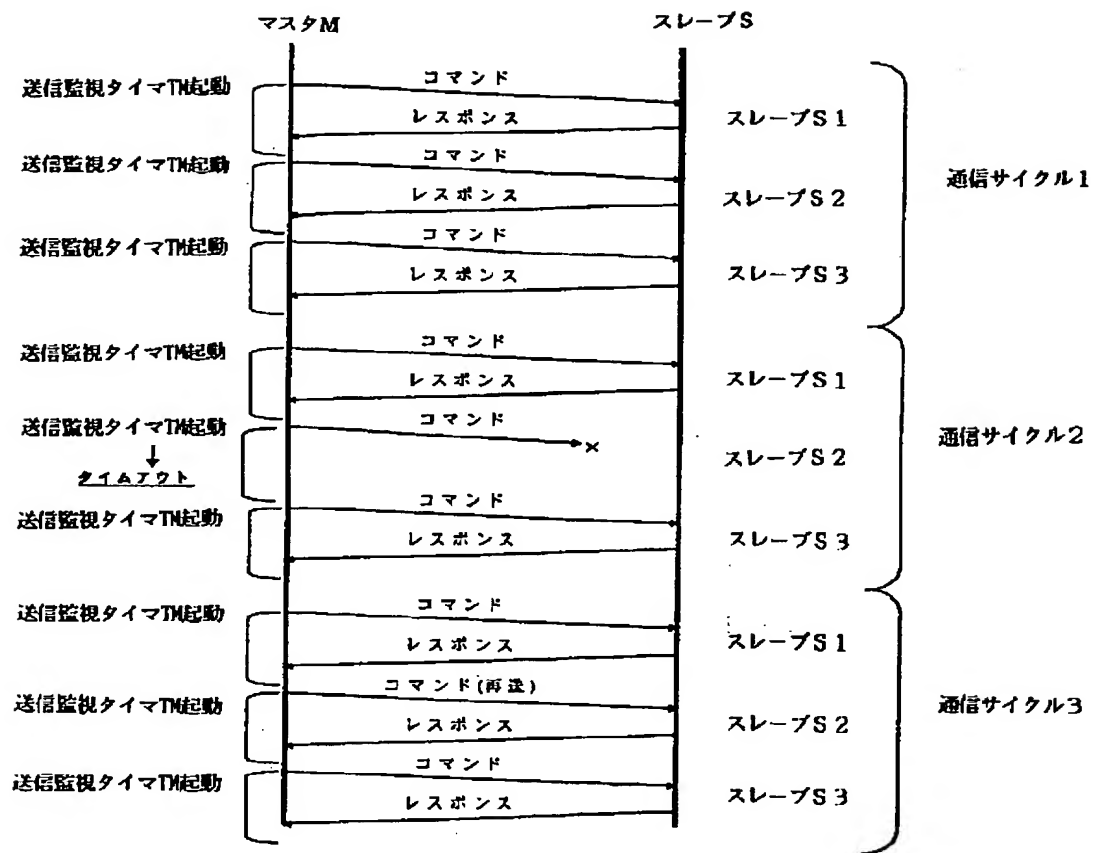
【図3】



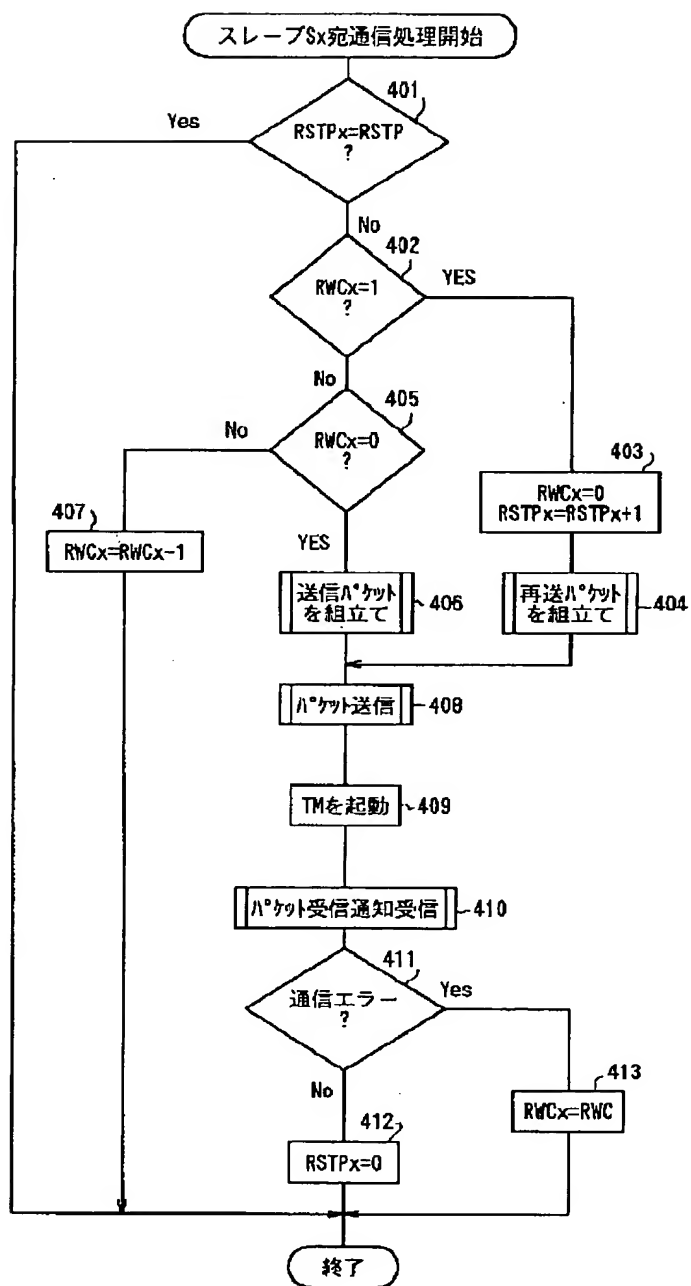
【図8】



【図2】



【図4】



RWCx:スレープSxに対する再送待ちサイクルカウンタ

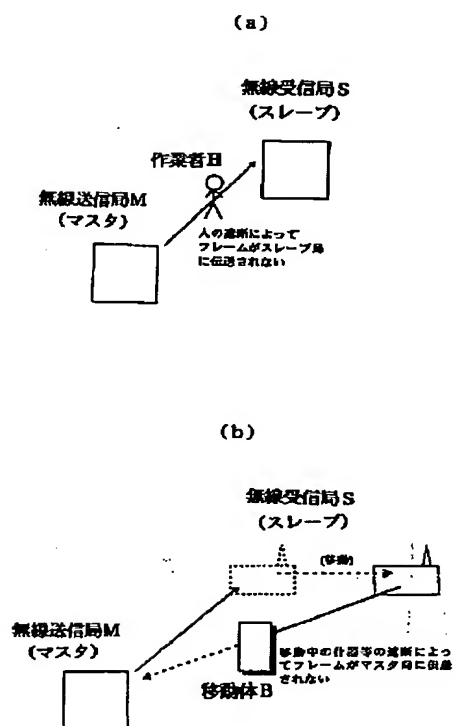
RWC:再送するまでの通信サイクル数

TM:送信監視タイマ

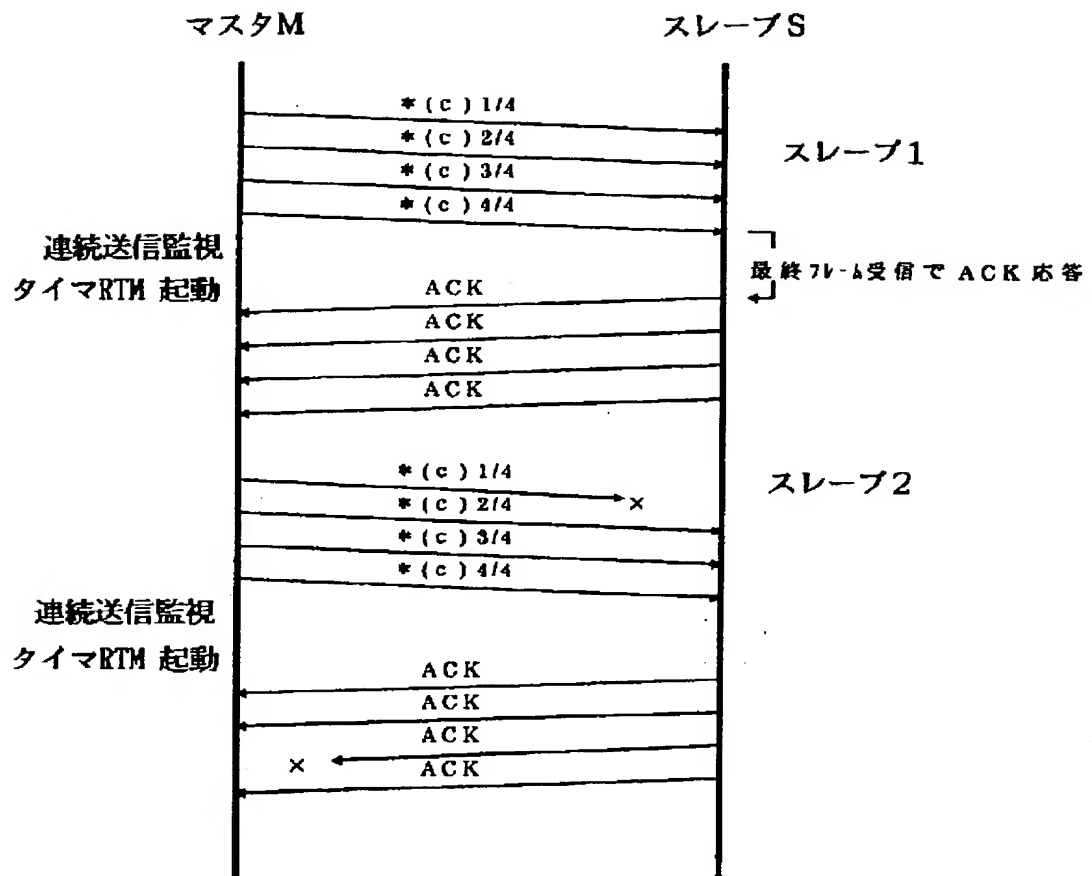
RSTPx:スレープSxに対する再送中止カウンタ

RSTP:再送中止とする再送回数

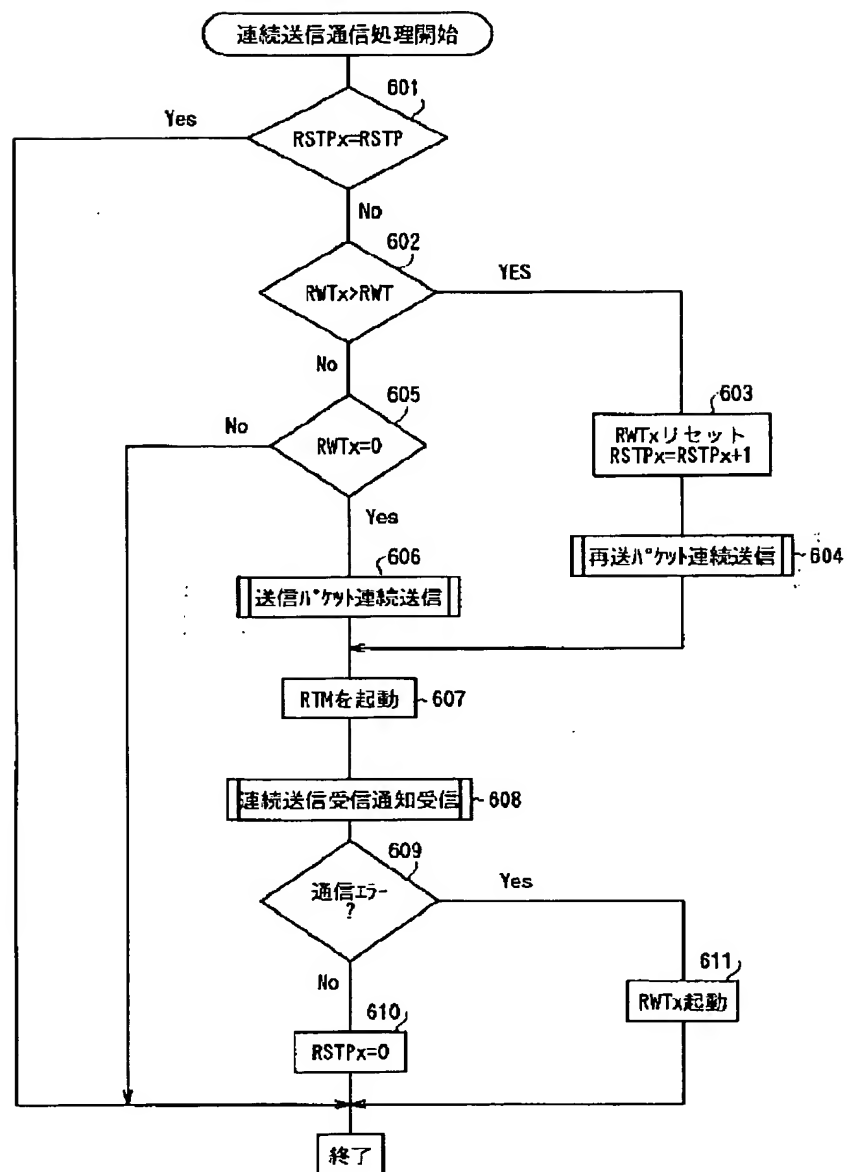
【図9】



【図5】



【図6】



$RWTx$:スレープ Sx に対する再送待ちタイマ

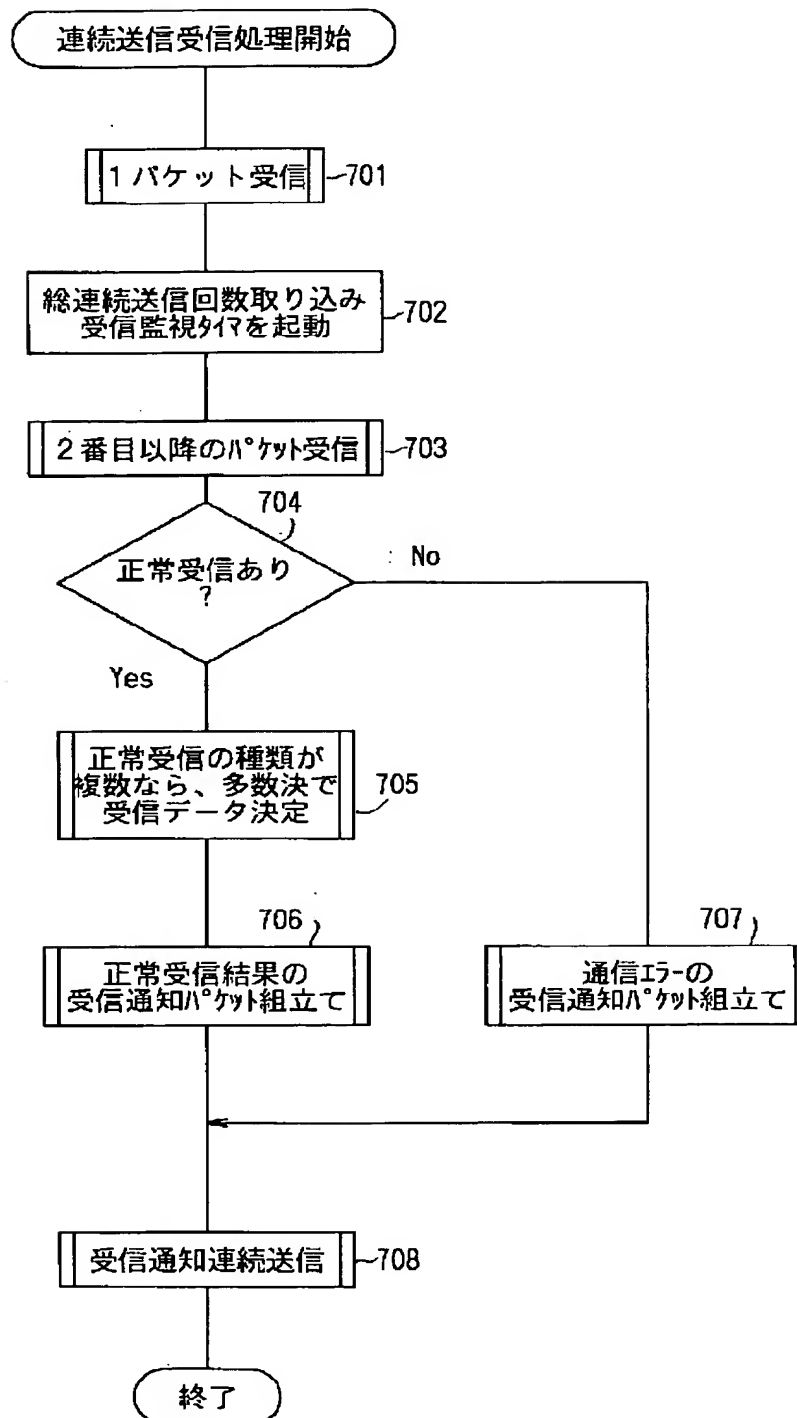
RWT :再送するまでの最低待ち時間

RTM :連続送信監視タイマ

$RSTPx$:スレープ Sx に対する再送中止カウンタ

$RSTP$:再送中止とする再送回数

【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.